

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2001年 3月27日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2001-090529

出 願 人  
Applicant(s):

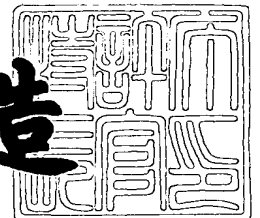
セイコーエプソン株式会社



2001年12月 7日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 J0083842

【提出日】 平成13年 3月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02F 1/133

【発明の名称】 液晶装置および投射型表示装置

【請求項の数】 6

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

    【氏名】 田中 孝昭

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

    【氏名】 山崎 泰志

【特許出願人】

    【識別番号】 000002369

    【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100089037

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 渡邊 隆

【代理人】

    【識別番号】 100064908

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

    【識別番号】 100110364

    【弁理士】

【氏名又は名称】 実広 信哉

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9910485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶装置および投射型表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに対向する一対の基板間に液晶層が挟持されてなり、前記一対の基板の液晶層側の表面に無機材料からなる配向膜がそれぞれ設けられ、前記液晶層の液晶分子の平均プレティルト角  $\theta$  が  $5^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$  の範囲内にあり、前記液晶層の液晶分子のツイスト角を  $\phi$ 、セルギャップを  $d$ 、前記液晶層の液晶分子のらせんピッチを  $P$  としたときに、

$$(0.6/360) \phi < d/P < (1.4/360) \phi$$

の関係を満たすことを特徴とする液晶装置。

【請求項 2】 前記配向膜は、それぞれが一定方向に傾斜した無機材料の柱状構造物からなる 2 層の斜方蒸着膜で構成され、双方の斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向は、前記基板の面内における方位角方向が異なることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶装置。

【請求項 3】 互いに対向する一対の基板間に液晶層が挟持されてなり、前記一対の基板の液晶層側の表面に無機材料からなる配向膜がそれぞれ設けられ、前記液晶層の液晶分子の平均プレティルト角  $\theta$  が  $\theta > 20^\circ$  の範囲内にあり、前記液晶層の液晶分子のツイスト角を  $\phi$ 、セルギャップを  $d$ 、前記液晶層の液晶分子のらせんピッチを  $P$  としたときに、

$$(0.8/360) \phi < d/P < (1.6/360) \phi$$

の関係を満たすことを特徴とする液晶装置。

【請求項 4】 前記配向膜は、一定方向に傾斜した無機材料の柱状構造物からなる斜方蒸着膜で構成されたことを特徴とする請求項 3 に記載の液晶装置。

【請求項 5】 前記配向膜は、酸化シリコンからなる斜方蒸着膜であることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の液晶装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の液晶装置を備えた投射型表示装置であって、光源と、該光源から出射された光を変調する前記液晶装置と、該液晶装置により変調された光を投射面に拡大投影する拡大投影光学系とを有することを特徴とする投射型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶装置および投射型表示装置に関し、特に、液晶プロジェクタのライトバルブ等に用いて好適な液晶装置の構成に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

液晶プロジェクタ等の投射型液晶表示装置には、例えば赤（R）、緑（G）、青（B）の3原色に対応して液晶パネルを3枚使用する3板式のものと、1枚の液晶パネルと色生成手段とから構成される単板式のものがある。この種の投射型液晶表示装置の構成要素である液晶ライトバルブには、アクティブマトリクス型の液晶パネルが多用されている。

【0003】

近年、液晶プロジェクタの高精細化、高輝度化に伴う液晶ライトバルブの小型化に伴って、画素ピッチを微細化する傾向にある。ところが、画素ピッチが例えば20 $\mu$ m程度に微細になってくると、ポリイミド膜等の有機膜からなる配向膜を使用した液晶ライトバルブでは、配向膜の下地層の段差部に起因して配向膜にラビングがかからない領域（ラビング不良領域）が生じてしまい、この付近で液晶の配向乱れ（ディスクリネーション）が生じ、これが表示不良の原因となることがあった。この種の問題は、画素ピッチをさらに微細化すると一層顕著になってくる。

【0004】

また、液晶プロジェクタの高輝度化に伴って、ライトバルブに入射させる光の強度が強くなってきている。そのため、ポリイミド膜等の有機膜からなる配向膜が光や熱によって劣化し、その結果、配向膜が持つ配向規制力が低下して液晶分子の配向状態が乱れ、コントラスト比が低下するなどの表示不良が生じることがある。このような問題が生じる原因は、ポリイミドの有機膜は400～450nm付近の可視光領域で若干の吸収があるため、この吸収に起因して配向膜が劣化し、配向膜の劣化した付近で液晶の配向乱れが生じ、これが表示不良につながる

からである。

【0005】

そこで、このような問題を解決するために、配向膜を、ポリイミド等の有機膜でなく、酸化シリコン（SiO）などの無機材料の斜方蒸着によって得られる膜で構成し、この無機斜方蒸着膜の表面形状効果により液晶分子を一定方向に配向させるようにした液晶ライトバルブが提案されている。この無機斜方蒸着膜からなる配向膜は、基板をある角度で固定して一方向から無機材料を蒸着、具体的には基板から10°～30°程度傾けた方向から無機材料を蒸着させて、基板に対して所定の角度で配列された無機材料の柱状構造物を成長させる斜方蒸着法により形成することができる。このようにして形成した配向膜は、無機膜から構成されているため、ポリイミド等の有機膜から構成したもの比べて耐光性や耐熱性に優れ、液晶ライトバルブの耐久性を向上することができる、画素ピッチが微細になってもポリイミド等の有機膜から構成したもののようにラビング不良部分に起因する液晶の配向乱れがない、といった利点を有している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、無機膜からなる配向膜は、耐光性や耐熱性に優れる反面、有機膜からなる配向膜と比べて液晶に対する配向規制力が弱いという欠点を持っている。したがって、無機配向膜を用いた液晶装置において、液晶の配向を乱そうとする何らかの要因があるとディスクリネーションが容易に生じ、表示不良が発生することになる。例えば、液晶ライトバルブを構成するアクティブマトリクス基板の表面に薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor, 以下、TFTと略記する）等のスイッチング素子、データ線、走査線等の信号線、画素電極等を形成することで凹凸ができ、斜方蒸着時に凹凸の影となる領域で膜が形成されにくいなどの事情により配向膜に若干の欠陥が生じることもある。配向膜にこのような異常があった場合、有機膜であれば配向規制力の強さで何とかカバーできる場合もあるが、無機蒸着膜ではそれがディスクリネーションを誘起することになる。ひいては、配向方向の異なるドメインで光漏れ等の表示不良が発生したり、コントラスト比が低下したりして表示品位が低下する。

## 【0007】

また、ディスクリネーションを低減する手段の一つとして、電圧無印加状態で予め液晶分子を基板面に対して傾斜させておく、いわゆるプレティルトを付与しておく方法がある。一般にプレティルト角を大きくする程、ディスクリネーションの低減効果は大きくなる。しかしながら、配向規制力がもともと弱い無機配向膜を用いた場合にはプレティルト角を大きくすると、基板間での液晶のらせん構造がより不安定になるため、液晶分子のツイスト方向が部分的に逆回りになる領域、いわゆるリバースツイストドメインが発生することがあり、やはり表示不良となってしまう。

## 【0008】

以上の問題は、TFT素子に代表される3端子型素子を用いたアクティブマトリクス型液晶装置に限った問題ではなく、無機配向膜を用いた液晶装置である限り、薄膜ダイオード (Thin-Film Diode, 以下、TFDと略記する) 素子等の2端子型素子を用いたアクティブマトリクス型液晶装置、パッシブマトリクス型液晶装置にも共通の問題である。

## 【0009】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、配向規制力の弱い無機配向膜を用いた液晶装置においても液晶の配向不良を低減し、これに起因する表示不良の発生やコントラスト比の低下を防止し得る液晶装置を提供することを目的とする。また、上記液晶装置を用いることにより表示品位の高い投射型表示装置を得ることを目的とする。

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明の液晶装置は、互いに対向する一対の基板間に液晶層が挟持されてなり、前記一対の基板の液晶層側の表面に無機材料からなる配向膜がそれぞれ設けられ、前記液晶層の液晶分子の平均プレティルト角  $\theta$  が  $5^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$  の範囲内にあり、前記液晶層の液晶分子のツイスト角を  $\phi$ 、セルギャップを  $d$ 、前記液晶層の液晶分子のらせんピッチを  $P$  としたときに、  

$$(0.6/360) \phi < d/P < (1.4/360) \phi \quad \cdots (1)$$

の関係を満たすことを特徴とする。

【0011】

また、本発明の液晶装置は、互いに対向する一対の基板間に液晶層が挟持されてなり、前記一対の基板の液晶層側の表面に無機材料からなる配向膜がそれぞれ設けられ、前記液晶層の液晶分子の平均プレティルト角  $\theta$  が  $\theta > 20^\circ$  の範囲内にあり、前記液晶層の液晶分子のツイスト角を  $\phi$ 、セルギャップを  $d$ 、前記液晶層の液晶分子のらせんピッチを  $P$  としたときに、

$$(0.8/360) \phi < d/P < (1.6/360) \phi \quad \dots (2)$$

の関係を満たすことを特徴とする。

【0012】

本発明者らは、無機配向膜を用いた液晶装置において無機配向膜の持つ配向規制力の弱さに起因する配向不良を対策すべく、種々の実験、検討を重ねた結果、液晶材料の一特性である「らせんピッチ」に着目し、液晶装置のセルギャップと液晶層のらせんピッチとの比を所定の値の範囲に設定することによって、無機配向膜を用いた液晶装置における配向不良を防止できることを見い出した。これにより、配向不良（ディスクリネーション）に伴う光漏れ等の表示不良がなく、コントラスト比の低下がない液晶装置を実現することができる。なお、ここで言う「らせんピッチ」とは、配向規制力を付与していない状態において液晶層の液晶分子の長軸が一方向に  $360^\circ$  回転する間の液晶層の長さ（距離）のことを指す。上記のセルギャップ  $d$  とらせんピッチ  $P$  との比  $d/P$  の値の範囲の根拠については、後の【実施例】の項で実験データを示して詳述する。

【0013】

本発明者らの実験データをまとめると、上述したように、セルギャップ  $d$  とらせんピッチ  $P$  との比  $d/P$  の値は、液晶層の液晶分子の平均プレティルト角  $\theta$  が  $5^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$  の場合と  $\theta > 20^\circ$  の場合とでそれぞれ（１）式、（２）式で示されるように異なる範囲で表せることがわかった。なお、本発明で「平均プレティルト角」という語句を用いたのは、無機配向膜の場合、特に斜方蒸着法等により配向膜を形成すると、基板の表面形状などによって配向膜を構成する柱状構造物が均一に形成されないこともあり、基板上の場所によってプレティルト角が

異なる場合が想定されるため、基板全体を平均化したプレティルト角を基に（１）式、（２）式の使い分けを判断すればよい。

#### 【 0 0 1 4 】

無機配向膜においてプレティルト角を制御するには種々の方法を採用することができる。典型的な例として、基板上に一方向から無機材料を蒸着して無機蒸着膜を形成した後、基板面内の方向を変えて異なる角度から２回目の蒸着を行い、前記無機蒸着膜上にもう１層の無機蒸着膜を形成する配向膜の形成方法を用いると、 $5^{\circ} \leq \theta \leq 20^{\circ}$  の範囲のプレティルト角を比較的容易に得ることができる。これを配向膜の構成として言い換えると、それぞれが一定方向に傾斜した無機材料の柱状構造物からなる２層の斜方蒸着膜で構成され、双方の斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向は、基板面内における方位角方向が異なるような配向膜であれば、 $5^{\circ} \leq \theta \leq 20^{\circ}$  の範囲のプレティルト角を実現することができる。

#### 【 0 0 1 5 】

また、上記のように２回の蒸着を行うのではなく、１回の蒸着のみで配向膜を形成すると、 $\theta > 20^{\circ}$  の範囲のプレティルト角を比較的容易に得ることができる。配向膜の構成として言い換えると、一定方向に傾斜した無機材料の柱状構造物からなる斜方蒸着膜で構成された配向膜であれば、 $\theta > 20^{\circ}$  の範囲のプレティルト角を実現することができる。

#### 【 0 0 1 6 】

無機配向膜の具体的な材料としては、酸化シリコン（ $\text{SiO}$ ）、酸化チタン（ $\text{TiO}_2$ ）、 $\text{MgF}$ （フッ化マグネシウム）などを用いることができるが、 $\text{SiO}$  が最も一般的に用いられる。

#### 【 0 0 1 7 】

本発明の投射型表示装置は、上記のいずれかの構成の本発明の液晶装置を備えた投射型表示装置であって、光源と、該光源から出射された光を変調する上記液晶装置と、該液晶装置により変調された光を投射面に拡大投影する拡大投影光学系とを有することを特徴とする。

この構成によれば、上記のいずれかの構成の本発明の液晶装置を用いたことに

より、液晶の配向不良によるコントラスト比の低下等がなく、表示品位の高い投射型表示装置を実現することができる。

# 【 0 0 1 8 】

## 【 発明の実施の形態 】

### 〔 第 1 の実施の形態 〕

以下、本発明の第 1 の実施形態の液晶装置の構成について、図 1 ～ 図 8 を参照して説明する。本実施の形態の液晶装置は、投射型液晶表示装置のライトバルブに用いることを想定したアクティブマトリクス方式の液晶装置の例である。

図 1 は、液晶装置の画像表示領域を構成するマトリクス状に形成された複数の画素における各種素子、配線等の等価回路である。図 2 は、データ線、走査線、画素電極等が形成された T F T アレイ基板の相隣接する複数の画素群の平面図である。図 3 は図 2 の A - A' 線に沿う断面図であり、図 4 は図 2 の C - C' 線に沿う断面図である。

なお、図 3、図 4 においては、各層や各部材を図面上で認識可能な程度の大きさとするため、各層や各部材毎に縮尺を異ならせてある。また、図 3 においては、液晶層の液晶分子の配向状態は符号 6 1 の 2 点鎖線で囲まれた部分のみ模式的に示し、他の部分の液晶分子の配向状態は図示を略した。

# 【 0 0 1 9 】

図 1 に示すように、本実施の形態の液晶装置において、画像表示領域を構成するマトリクス状に形成された複数の画素は、画素電極 9 a と当該画素電極 9 a を制御するための画素スイッチング用の T F T 3 0 がマトリクス状に複数形成されており、画像信号を供給するデータ線 6 a が当該 T F T 3 0 のソース領域に電気的に接続されている。データ線 6 a に書き込む画像信号 S 1、S 2、…、S n は、この順に線順次に供給しても構わないし、相隣接する複数のデータ線 6 a 同士に対してグループ毎に供給するようにしても良い。また、T F T 3 0 のゲートに走査線 3 a が電気的に接続されており、所定のタイミングで、走査線 3 a にパルスの走査信号 G 1、G 2、…、G m を、この順に線順次で印加するように構成されている。画素電極 9 a は、画素スイッチング用 T F T 3 0 のドレイン領域に電気的に接続されており、スイッチング素子である T F T 3 0 を一定期間だけオ

ンすることにより、データ線 6 a から供給される画像信号 S 1、S 2、…、S n を所定のタイミングで書き込む。

#### 【0020】

画素電極 9 a を介して液晶に書き込まれた所定レベルの画像信号 S 1、S 2、…、S n は、対向基板（後述する）に形成された対向電極（後述する）との間で一定期間保持される。ここで、保持された画像信号がリークするのを防ぐために、画素電極 9 a と対向電極との間に形成される液晶容量と並列に蓄積容量 7 0 を付加する。蓄積容量 7 0 を形成する方法として、半導体層との間で容量を形成するための配線である容量線 3 b を設けている。また、容量線 3 b を設ける代わりに、画素電極 9 a と前段の走査線 3 a との間で容量を形成しても良い。

#### 【0021】

次に、図 2 に基づいて、本実施形態の液晶装置の T F T アレイ基板の画素部（画像表示領域）内の平面構造について詳細に説明する。

図 2 に示すように、液晶装置の T F T アレイ基板上には、マトリクス状に複数の透明な画素電極 9 a（点線部 9 a' により輪郭が示されている）が設けられており、画素電極 9 a の縦横の境界に各々沿ってデータ線 6 a、走査線 3 a および容量線 3 b が設けられている。データ線 6 a は、コンタクトホール 5 を介してポリシリコン膜からなる半導体層 1 a のうち後述のソース領域に電氣的に接続されており、画素電極 9 a は、コンタクトホール 8 を介して半導体層 1 a のうち後述のドレイン領域に電氣的に接続されている。画素電極ピッチは、20  $\mu$ m 程度以下、好ましくは 15  $\mu$ m 程度以下とされている。また、半導体層 1 a のうち後述のチャネル領域（図中右上がりの斜線の領域）に対向するように走査線 3 a が配置されており、走査線 3 a 自体がゲート電極として機能する。

#### 【0022】

容量線 3 b は、走査線 3 a に沿ってほぼ直線状に伸びる本線部（すなわち、平面的に見て、走査線 3 a に沿って形成された第 1 領域）と、データ線 6 a と交差する箇所からデータ線 6 a に沿って前段側（図中上向き）に突出した突出部（すなわち、平面的に見て、データ線 6 a に沿って延設された第 2 領域）とを有している。そして、図 2 中右上がりの斜線で示した領域には、複数の第 1 遮光膜 1 1

1 が設けられている。より具体的には、第 1 遮光膜 1 1 1 は、画素部において半導体層 1 a のチャネル領域を含む T F T を T F T アレイ基板の側から見て覆う位置に設けられており、さらに、容量線 3 b の本線部に対向して走査線 3 a に沿って直線状に伸びる本線部と、データ線 6 a と交差する箇所からデータ線 6 a に沿って隣接する後段側（図中下向き）に突出した突出部とを有している。第 1 遮光膜 1 1 1 の各段（画素行）における下向きの突出部の先端は、データ線 6 a 下において次段における容量線 3 b の上向きの突出部の先端と重なっている。この重なった箇所には、第 1 遮光膜 1 1 1 と容量線 3 b とを相互に電氣的に接続するコンタクトホール 1 3 が設けられている。すなわち、本実施の形態では、第 1 遮光膜 1 1 1 は、コンタクトホール 1 3 により前段あるいは後段の容量線 3 b に電氣的に接続されている。

#### 【 0 0 2 3 】

次に断面構造を見ると、図 3 に示すように、本実施の形態の液晶装置は、一対の透明基板を有しており、その一方の基板をなす T F T アレイ基板 1 0 と、これに対向配置された他方の基板をなす対向基板 2 0 とを備えている。T F T アレイ基板 1 0 には、例えばインジウム錫酸化物（Indium Tin Oxide, 以下、I T O と略記する）等の透明導電性膜からなる画素電極 9 a が設けられ、T F T アレイ基板 1 0 上の各画素電極 9 a に隣接する位置に、各画素電極 9 a をスイッチング制御する T F T 3 0 が設けられている。T F T 3 0 は L D D （Lightly Doped Drain）構造を有しており、走査線 3 a、当該走査線 3 a からの電界によりチャネルが形成される半導体層 1 a のチャネル領域 1 a'、走査線 3 a と半導体層 1 a とを絶縁する絶縁薄膜 2、データ線 6 a、半導体層 1 a の低濃度ソース領域 1 b および低濃度ドレイン領域 1 c、半導体層 1 a の高濃度ソース領域 1 d および高濃度ドレイン領域 1 e を備えている。

#### 【 0 0 2 4 】

また、上記走査線 3 a 上、絶縁薄膜 2 上を含む T F T アレイ基板 1 0 上には、高濃度ソース領域 1 d へ通じるコンタクトホール 5 および高濃度ドレイン領域 1 e へ通じるコンタクトホール 8 が各々形成された第 2 層間絶縁膜 4 が形成されている。つまり、データ線 6 a は、第 2 層間絶縁膜 4 を貫通するコンタクトホール

5を介して高濃度ソース領域1 dに電氣的に接続されている。さらに、データ線6 a上および第2層間絶縁膜4上には、高濃度ドレイン領域1 eへ通じるコンタクトホール8が形成された第3層間絶縁膜7が形成されている。つまり、高濃度ドレイン領域1 eは、第2層間絶縁膜4および第3層間絶縁膜7を貫通するコンタクトホール8を介して画素電極9 aに電氣的に接続されている。これら第3層間絶縁膜7や画素電極9 aは後述する無機配向膜3 6の下地層となっており、この下地層の表面は走査線3 aや容量線3 bによる段差部8 0を有している。下地層の表面にできる段差部8 0の高さZは、画素ピッチが1 5  $\mu$  m程度の場合、2 0 0 n mから6 0 0 n m程度のものができている。

## 【0 0 2 5】

また、ゲート絶縁膜となる絶縁薄膜2を走査線3 aの一部からなるゲート電極に対向する位置から延設して誘電体膜として用い、半導体層1 aを延設して第1蓄積容量電極1 fとし、さらにこれらに対向する容量線3 bの一部を第2蓄積容量電極とすることにより、蓄積容量7 0が構成されている。より詳細には、半導体層1 aの高濃度ドレイン領域1 eが、データ線6 aおよび走査線3 aの下に延設され、同じくデータ線6 aおよび走査線3 aに沿って延びる容量線3 b部分に絶縁薄膜2を介して対向配置され、第1蓄積容量電極1 fとされている。

## 【0 0 2 6】

さらに、蓄積容量7 0においては、図2、図3から分かるように、第1遮光膜1 1 1は、第2蓄積容量電極としての容量線3 bの反対側において第1蓄積容量電極1 fに第1層間絶縁膜1 2を介して第3蓄積容量電極として対向配置されることにより（図3の右側の蓄積容量7 0参照）、蓄積容量がさらに付与されるように構成されている。

## 【0 0 2 7】

また、T F Tアレイ基板1 0表面の各画素スイッチング用T F T 3 0に対応する位置には、メタル層M 1とバリア層B 1とからなる第1遮光膜1 1 1が設けられている。第1遮光膜1 1 1とT F T 3 0との間には、例えば高絶縁性ガラス、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜等からなる第1層間絶縁膜（絶縁体層）1 2が設けられている。さらに、第1層間絶縁膜1 2は、T F Tアレイ基板1 0の全面

に形成されており、第1遮光膜111パターンの段差を解消するために表面を研磨し、平坦化処理を施してある。

#### 【0028】

また、図2、図3に示したように、TFTアレイ基板10に第1遮光膜111を設けるのに加えて、コンタクトホール13を介して第1遮光膜111は、前段あるいは後段の容量線3bに電氣的に接続するように構成されている。したがって、各第1遮光膜111が、次段の容量線に電氣的に接続される場合と比較して、画素部の開口領域の縁に沿って、データ線6aに重ねて容量線3bおよび第1遮光膜111が形成される領域の他の領域に対する段差が少なくて済む。このように画素部の開口領域の縁に沿った段差が少ないと、当該段差に応じて引き起こされる液晶のディスクリネーションを低減できるので、画素部の開口領域を広げることが可能となる。

#### 【0029】

他方、対向基板20には、TFTアレイ基板10上のデータ線6a、走査線3a、画素スイッチング用TFT30の形成領域に対向する領域、すなわち各画素部の開口領域以外の領域に第2遮光膜23が設けられている。さらに、第2遮光膜23上を含む対向基板20上には、その全面にわたって対向電極（共通電極）21が設けられている。対向電極21もTFTアレイ基板10の画素電極9aと同様、ITO膜等の透明導電性膜から形成されている。第2遮光膜23の存在により、対向基板20の側からの入射光が画素スイッチング用TFT30の半導体層1aのチャネル領域1a'や低濃度ソース領域領域1b、低濃度ドレイン領域1cに侵入することはない。

#### 【0030】

そして、本実施の形態の場合、TFTアレイ基板10の画素スイッチング用TFT30、データ線6aおよび走査線3aの形成領域にあたる第3層間絶縁膜7上および画素電極9a上、すなわち表面に段差部80を有する上記の下地層上に無機材料を斜方蒸着してなる無機配向膜36が設けられている。ここでの段差部80は、具体的には容量線3b上に形成された画素電極9aの凸部81とこの凸部81の近傍の画素電極9の凹部82による段差等である。この無機配向膜36

は、第 1 の無機斜方蒸着膜 3 6 a と、第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 b とからなるものである。

#### 【 0 0 3 1 】

第 1 の無機斜方蒸着膜 3 6 a は、第 1 遮光膜 1 1 1、第 1 層間絶縁膜 1 2、T F T 3 0、第 2 層間絶縁膜 4、第 3 層間絶縁膜 7、画素電極 9 等を形成した T F T アレイ基板 1 0 をある角度で固定して一方向から酸化シリコン等の無機材料を蒸着させ、基板に対して所定の角度で配列された無機材料の柱状構造物を成長させる第 1 の斜方蒸着工程により形成されたものである。なお、図 2 および図 4 中の符号 S A は第 1 の斜方蒸着工程で第 1 の無機斜方蒸着膜 3 6 a を形成する際の無機材料の斜方蒸着方向である。この斜方蒸着方向 S A は、走査線 3 a や容量線 3 b と直交する方向で、図 2 の平面図における下側から上側に向かう方向である。また、斜方蒸着方向 S A は、図 7 に示すように、T F T アレイ基板 1 0 とのなす角度（蒸着角度） $\theta 1$  が  $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$  の範囲内が好ましい。

#### 【 0 0 3 2 】

第 1 の無機斜方蒸着膜 3 6 a は、段差部 8 0 の近傍領域 8 0 a（段差部 8 0 の影となる領域）を除いた領域 8 0 b に形成されている。この第 1 の無機斜方蒸着膜 3 6 a は、段差部 8 0 の近傍領域 8 0 a にはほとんど形成されていない。それは、上記のような斜方蒸着方向 S A から無機材料を斜方蒸着すると、段差部 8 0 の近傍領域 8 0 a（凸部 8 1 の斜方蒸着方向 S A に沿った方向側の斜面及びその近傍）は、段差部 8 0 の影となって無機材料が蒸着されにくいからである。

#### 【 0 0 3 3 】

第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 b は、図 2、図 7 に示すように、上記第 1 の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向 S A とは少なくとも上記基板の面内方向に沿った方位角方向  $\phi$  が異なる方向 S B から無機材料を斜方蒸着させ、基板に対して所定の角度で配列された柱状構造物を成長させる第 2 の斜方蒸着工程により形成されたものである。この斜方蒸着方向 S B は、走査線 3 a や容量線 3 b に沿った方向で、図 2 の平面図の右側から左側に向かう方向である。この斜方蒸着方向 S B と斜方蒸着方向 S A とは、方位角方向  $\phi$  が  $90^{\circ}$  異なっていることが好ましい。また、斜方蒸着方向 S B は、図 7 に示すように、T F T アレイ基板 1 0 とのな

す角度（蒸着角度） $\theta_2$ が $25^\circ \sim 30^\circ$ の範囲内が好ましい。

【0034】

この第2の無機斜方蒸着膜36bは、上記第1の無機斜方蒸着膜36aが形成されていない上記段差部80の近傍領域80aに形成されている。この第2の無機斜方蒸着膜36bは、第1の無機斜方蒸着膜36aが形成されていない上記段差部80の近傍領域80aに形成されているが、上記下地層表面の段差部80の形状や配置によっては第2の斜方蒸着工程で蒸着の影となる部分も生じることがあるため、第2の無機斜方蒸着膜36bは第1の無機斜方蒸着膜36aの表面の全面に形成されていない場合もある。すなわち第2の無機斜方蒸着膜36bは、上記段差部80の近傍領域80と、少なくとも段差部80の両側の第1の無機斜方蒸着膜36a上に形成されていればよい。したがって、上記下地層上に形成される無機斜方蒸着膜36は、実際には、第1の無機斜方蒸着膜36aのみが形成されている部分と、第1の無機斜方蒸着膜36a上に第2の無機斜方蒸着膜36bが形成されている部分と、第2の無機斜方蒸着膜36bのみが形成されている部分が混在している。

【0035】

図5は、本実施形態の液晶装置の第1の無機斜方蒸着膜36aのみが形成されている部分、およびその近傍部分の斜方蒸着方向SAに沿った断面構造を模式的に示す図である。図6は、実施形態の液晶装置の段差部80の近傍領域80aに形成された第1の無機斜方蒸着膜36aが形成されている部分、及びその近傍部分の斜方蒸着方向SBに沿った断面構造を模式的に示す図である。なお、第1の無機斜方蒸着膜36a上に第2の無機斜方蒸着膜36bが形成されている部分の断面構造は、形状が複雑になるため図示を略した。第1の無機斜方蒸着膜36aは、図5に示すように、傾斜した無機材料の柱状構造物が疎に形成されており、隣接する柱状構造物間に隙間37があいている。一方、第2の無機斜方蒸着膜36bは、図6に示すように、傾斜した無機材料の柱状構造物が密に形成されて後述の液晶層50側となる表面に溝構造38を有している。また、この第2の無機斜方蒸着膜36bは少なくとも段差部80の両側の第1の無機斜方蒸着膜36a上にも形成されており、この部分は、図5に示す柱状構造物間の隙間37が第2

の無機斜方蒸着膜 3 6 b の柱状構造物で埋められたような構造になっている。第 1 の無機斜方蒸着膜 3 6 a を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向と、第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 b を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向とは、少なくとも上記基板の面内方向に沿った方位角方向  $\phi$  が異なっており、好ましくは方位角方向が  $90^\circ$  異なっていることが望ましい。

## 【 0 0 3 6 】

第 1 の無機斜方蒸着膜 3 6 a の厚みは  $5\text{ nm} \sim 16\text{ nm}$  の範囲内であることが好ましく、より好ましくは  $8\text{ nm} \sim 10\text{ nm}$  の範囲内である。第 1 の無機斜方蒸着膜 3 6 a の厚みが  $5\text{ nm}$  未満であると、液晶分子 5 0 a にプレティルト角  $\theta_p$  が付与されず、プレティルト角がないことがディスクリネーションの要因となってしまう、 $16\text{ nm}$  を越えると第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 b の効果が薄れ、液晶分子 5 0 a のプレティルト角  $\theta_p$  が  $20^\circ$  以上となる。

## 【 0 0 3 7 】

また、第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 b の厚みは  $10\text{ nm} \sim 40\text{ nm}$  の範囲内であることが好ましい。第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 b の厚みが  $10\text{ nm}$  未満であると第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 b の柱状構造物が第 1 の無機斜方蒸着膜 3 6 a を構成する無機材料の柱状構造物の隙間 3 7 を埋めるという効果が小さく、液晶分子 5 0 a のプレティルト角  $\theta_p$  が  $20^\circ$  以上となり、 $40\text{ nm}$  を越えると第 1 の無機斜方蒸着膜 3 6 a を構成する無機材料の柱状構造物の隙間 3 7 が埋め尽くされて液晶分子 5 0 a にプレティルトが付与されず、プレティルトのない配向状態となってしまう。よって、無機配向膜 3 6 の平均の厚みは、 $16\text{ nm} \sim 22\text{ nm}$  程度である。

## 【 0 0 3 8 】

他方、TFT アレイ基板 1 0 側の無機配向膜 3 6 と対向する位置にあたる対向基板 2 0 の対向電極 2 1 上にも、TFT アレイ基板 1 0 側と同様の構成を持つ無機配向膜 4 2 が設けられている。この無機配向膜 4 2 は、第 2 遮光膜 2 3 や対向電極 2 1 等を形成した対向基板 2 0 をある角度で固定して一方向から酸化シリコン等の無機材料を蒸着させ、方向を変えて 2 回目の斜方蒸着を行うことにより、基板に対して配列方向が異なる柱状構造物を成長させる 2 回の斜方蒸着により形

成されたものである。

【 0 0 3 9 】

図 2 および図 4 中の符号  $SC$ 、 $S_D$  は対向基板 20 側の無機配向膜 42 を形成する際の無機材料の斜方蒸着方向である。これらの斜方蒸着方向  $SC$ 、 $S_D$  は、図 8 に示すように、対向基板 20 とのなす角度  $\theta_3$  が  $5^\circ \sim 10^\circ$  の範囲内のもの、対向基板 20 とのなす角度  $\theta_4$  が  $25^\circ \sim 30^\circ$  の範囲内のものである。対向基板 20 側は、TFT アレイ基板 10 側と比べて表面の段差部の高さが小さいため、無機材料を斜方蒸着する際に段差部の影となる箇所はなく、蒸着不良領域が生じないため、この観点からすれば、TFT アレイ基板 10 側の無機配向膜 36 のように無機材料の斜方蒸着を必ずしも 2 回行う必要はない。しかしながら、本実施の形態では後述するプレティルト角を  $5^\circ \sim 20^\circ$  の範囲内に設定するために、対向基板 20 側もあえて 2 回の斜方蒸着を行い、無機配向膜 42 を形成することにする。

【 0 0 4 0 】

これら TFT アレイ基板 10 と対向基板 20 は、画素電極 9a と対向電極 21 とが対向するように配置されている。そして、これら基板 10、20 と後述するシール材 51（図 13 および図 14 参照）により囲まれた空間に誘電異方性が正の液晶が封入され、液晶層 50 が形成されている。液晶層 50 は、画素電極 9a からの電界が印加されていない状態（電圧無印加時）で無機配向膜 36、42 の作用により所定の配向状態をとる。なお、本明細書において、「電圧無印加時」、「電圧印加時」とは、それぞれ「液晶層への印加電圧が液晶のしきい値電圧未満であるとき」、「液晶層への印加電圧が液晶のしきい値電圧以上であるとき」を意味している。

【 0 0 4 1 】

第 1 の無機斜方蒸着膜 36a のみが形成されている部分の近傍の液晶分子 50a は、電界が印加されていない状態（電圧無印加時）では、図 5 に示すように、液晶分子 50a の長軸は斜方蒸着方向  $SA$  に沿った方向を含む面に配向しており、プレティルト角  $\theta_p$  が  $25^\circ \sim 45^\circ$  程度となっている。このように液晶分子 50a が配向するのは、第 1 の無機斜方蒸着膜 36a は、先に述べたように

傾斜した柱状構造物間に隙間 3 7 を有する構造であり、この第 1 の無機斜方蒸着膜 3 6 a の液晶層 5 0 側の表面形状効果によるものである。

【 0 0 4 2 】

第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 b が形成されている段差部 8 0 の近傍領域の液晶分子 5 0 a は、電界無印加状態では、図 6 に示すように、液晶分子 5 0 a の長軸は斜方蒸着方向 S B に沿った方向を含む面に配向しており、プレティルト角  $\theta_p$  がほぼ  $0^\circ$  の平行配向となっている。このように液晶分子 5 0 a が配向するのは、第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 b は、先に述べたように傾斜した無機材料の柱状構造物が密に形成されて得られた溝構造 3 8 が液晶層 5 0 側となる表面に有する構造であり、この第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 b の液晶層 5 0 側の表面形状効果によるものである。また、この第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 b が第 1 の無機斜方蒸着膜 3 6 a 上に形成された部分（少なくとも段差部 8 0 の両側部分）の近傍の液晶分子 5 0 a は、第 1 の無機斜方蒸着膜 3 6 a の近傍の液晶分子 5 0 a のプレティルトと第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 b の液晶分子 5 0 a のプレティルトの間のティルト角を有しているが、この部分の液晶分子 5 0 a のプレティルト角度は第 1 と第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 a、3 6 b の膜厚比に依存する。このように液晶分子 5 0 a が配向するのは、第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 b が第 1 の無機斜方蒸着膜 3 6 a 上に形成された部分は、先に述べたように図 5 に示す柱状構造物間の隙間 3 7 が第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 b の柱状構造物で埋められたような構造になっており、この構造の液晶層 5 0 側の表面形状効果によるものである。

【 0 0 4 3 】

以上の配向膜の構成により、本実施の形態の場合、液晶層 5 0 の液晶分子 5 0 a の平均プレティルト角  $\theta_p$  が  $5^\circ \sim 20^\circ$  の範囲内に設定されている。液晶分子 5 0 a の平均プレティルト角  $\theta_p$  は、実際には第 1 の無機斜方蒸着膜 3 6 a、第 2 の無機斜方蒸着膜 3 6 b の膜厚比や斜方蒸着角度  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  などを調整することにより制御することができる。そして、液晶層 5 0 として用いる液晶材料が持つらせんピッチ P が、液晶層 5 0 の液晶分子のツイスト角を  $\phi$ 、セルギャップを d としたときに、

$$(0.6/360) \phi < d/P < (1.4/360) \phi \quad \cdots (1)$$

の関係を満たすように設定されている。

【0044】

より具体的には、本実施の形態の場合、アクティブマトリクス型液晶装置としての通常の表示方式としてTNモードが用いられており、液晶層50のツイスト角 $\phi$ は $\phi = 90^\circ$ である。各基板上の無機配向膜36、42の配向方向からしても、TFTアレイ基板10側では、図5に示したように、第1の斜方蒸着工程の蒸着方向であるSAに沿った方向に液晶分子が配向し、対向基板20側では蒸着方向Scに沿った方向に液晶分子が配向するので、ツイスト角 $\phi$ が $90^\circ$ となる。そして、セルギャップdを $d = 3 \mu\text{m}$ とすると(1)式は次のように表すことができる。

$$8.6 (\mu\text{m}) < P < 20 (\mu\text{m}) \quad \dots (1')$$

【0045】

したがって、らせんピッチPが上記(1')式を満たすような液晶材料を選択することによって、本実施の形態の液晶装置を実現することができる。らせんピッチPは、種々の液晶材料を用いた場合でもその液晶材料に添加するカイラル剤の量を適宜調整することによって制御することができる。

【0046】

本実施の形態の液晶装置においては、液晶層50の液晶分子50aの平均プレティルト角 $\theta_p$ が $5^\circ \sim 20^\circ$ の範囲内であって、液晶装置のセルギャップdと液晶層50のらせんピッチPとの比 $d/P$ を上記(1)式を満足する値の範囲に設定したことにより、無機配向膜を用いた従来の液晶装置で発生していたディスクリネーションを効果的に防止でき、これに伴う光漏れ等の表示不良がなく、コントラスト比に優れた液晶装置を実現することができる。また、無機配向膜36、42は無機斜方蒸着膜から構成されているので、ポリイミド等の有機膜から構成したものに比べて耐光性や耐熱性が優れており、液晶ライトバルブに好適なものとすることができる。

【0047】

[第2の実施の形態]

以下、本発明の第2の実施の形態について説明する。

本実施の形態の液晶装置の基本構成は第 1 の実施の形態の液晶装置と全く同様であり、異なる点は各基板上の無機配向膜の構成と液晶材料のみである。よって、本実施の形態ではこの異なる点のみを説明する。

## 【 0 0 4 8 】

第 1 の実施の形態では、T F T アレイ基板 1 0 上の無機配向膜 3 6、対向基板 2 0 上の無機配向膜 4 2 がともに 2 回の斜方蒸着によって形成された傾斜方向が異なる柱状構造物からなるものであったのに対し、本実施の形態では、これら無機配向膜 3 6、4 2 がともに 1 回のみの斜方蒸着によって形成された傾斜方向が一定方向に揃った柱状構造物から構成されている。すなわち、第 1 の実施の形態の説明で用いた図 2 において、T F T アレイ基板 1 0 側では、無機配向膜 3 6 形成時の斜方蒸着方向 S A に沿った方向に液晶分子の長軸方向が配向し、対向基板 2 0 側では、無機配向膜 4 2 形成時の斜方蒸着方向 S C に沿った方向に液晶分子の長軸方向が配向していると考えればよい。

## 【 0 0 4 9 】

以上の配向膜の構成によって、本実施の形態の場合、液晶層 5 0 の液晶分子 5 0 a の平均プレティルト角  $\theta_p$  が  $20^\circ$  以上に設定されている。液晶分子 5 0 a の平均プレティルト角  $\theta_p$  は、実際には斜方蒸着角度の調整により制御することができる。そして、液晶層 5 0 として用いる液晶材料が持つらせんピッチ P が、液晶層 5 0 の液晶分子のツイスト角を  $\phi$ 、セルギャップを d としたときに、

$$(0.8/360)\phi < d/P < (1.6/360)\phi \quad \cdots (2)$$

の関係を満たすように設定されている。

## 【 0 0 5 0 】

より具体的には、本実施の形態の場合も第 1 の実施の形態と同様、ツイスト角  $\phi$  を  $\phi = 90^\circ$ 、セルギャップ d を  $d = 3 \mu\text{m}$  とすると (2) 式は次のように表すことができる。

$$7.5 (\mu\text{m}) < P < 15 (\mu\text{m}) \quad \cdots (2')$$

## 【 0 0 5 1 】

したがって、らせんピッチ P が上記 (2') 式を満たすような液晶材料を選択することによって、本実施の形態の液晶装置を実現することができる。らせんピ

ッチ  $P$  は、その液晶材料に添加するカイラル剤の量を適宜調整することによって制御することができる。

#### 【 0 0 5 2 】

本実施の形態の液晶装置においては、液晶層 5 0 の液晶分子 5 0 a の平均プレティルト角  $\theta_p$  が  $20^\circ$  以上であって、液晶装置のセルギャップ  $d$  と液晶層 5 0 のらせんピッチ  $P$  との比  $d/P$  を上記 (2) 式を満足する値の範囲に設定したことにより、無機配向膜を用いた従来の液晶装置で発生していたディスクリネーションを効果的に防止でき、これに伴う光漏れ等の表示不良がなく、コントラスト比に優れた液晶装置を実現できる、ポリイミド等の有機膜から構成したものに比べて耐光性や耐熱性が優れ、液晶ライトバルブに好適な液晶装置を実現できる、といった第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

#### 【 0 0 5 3 】

なお、上記実施の形態では、TFT 素子に代表される 3 端子型素子を用いるアクティブマトリクス型液晶装置に本発明を適用した場合について説明したが、TFD 素子に代表される 2 端子型素子を用いるアクティブマトリクス型液晶装置やパッシブマトリクス型液晶装置にも適用できる。また、本発明は透過型、反射型、半透過反射型を問わず、いずれの液晶装置にも適用可能である。

TFT 素子としては、ポリシリコンの半導体や、単結晶の半導体層でもよい。単結晶の半導体層を形成する場合は、SOI (Silicon on Insulator) による単結晶基板を支持基板と貼り合わせた後に単結晶基板側を薄膜化する貼り合わせ法を用いることができる。

#### 【 0 0 5 4 】

##### [液晶装置の全体構成]

次に、上記構成の液晶装置の全体構成を図 9 および図 10 を参照して説明する。なお、図 9 は、TFT アレイ基板 10 をその上に形成された各構成要素とともに対向基板 20 の側から見た平面図であり、図 10 は、対向基板 20 を含めて示す図 9 の H-H' 線に沿う断面図である。なお、図 9 および図 10 では、無機配向膜 36、42 の記載は省略している。

#### 【 0 0 5 5 】

図9において、TFTアレイ基板10の上には、シール材51がその縁に沿って設けられており、その内側に並行して、例えば第2遮光膜23と同じかあるいは異なる材料からなる額縁としての第3遮光膜53が設けられている。シール材51の外側の領域には、データ線駆動回路101および外部回路接続端子102がTFTアレイ基板10の一辺に沿って設けられており、走査線駆動回路104がこの一辺に隣接する2辺に沿って設けられている。さらに、TFTアレイ基板10の残る一辺には、画像表示領域の両側に設けられた走査線駆動回路104間をつなぐための複数の配線105が設けられている。

## 【0056】

また、対向基板20のコーナー部の少なくとも1箇所においては、TFTアレイ基板10と対向基板20との間で電氣的導通をとるための導通材106が設けられている。そして、図10に示すように、図9に示したシール材51とほぼ同じ輪郭を持つ対向基板20が当該シール材51によりTFTアレイ基板10に固着されている。

## 【0057】

以上、図1から図10を参照して説明した各実施形態における液晶装置のTFTアレイ基板10上には、さらに製造途中や出荷時の当該液晶装置の品質、欠陥等进行检查するための検査回路等を形成してもよい。また、データ線駆動回路101および走査線駆動回路104をTFTアレイ基板10の上に設ける代わりに、例えばTAB (Tape Automated Bonding)基板上に実装された駆動用LSIに、TFTアレイ基板10の周辺部に設けられた異方性導電フィルムを介して電氣的および機械的に接続するようにしてもよい。また、対向基板20の投射光が入射する側およびTFTアレイ基板10の出射光が出射する側には、例えばTN (Twisted Nematic)モード、VA (Vertically Aligned)モード、PDLC (Polymer Dispersed Liquid Crystal)モード等の動作モードや、ノーマリーホワイトモード/ノーマリーブラックモードの別に応じて、偏光フィルム、位相差フィルム、偏光手段などが所定の方角で配置される。

## 【0058】

以上説明した実施の形態における液晶装置は、例えばカラー液晶プロジェクタ

(投射型表示装置)に適用することができる。その場合、3枚の液晶装置がRGB用のライトバルブとして各々用いられ、各ライトバルブには各々RGB色分解用のダイクロイックミラーを介して分解された各色の光が投射光として各々入射されることになる。したがって、各実施の形態では、対向基板20にカラーフィルタは設けられていない。しかしながら、第2遮光膜23の形成されていない画素電極9aに対向する所定の領域にRGBのカラーフィルタをその保護膜とともに、対向基板20上に形成してもよい。このようにすれば、液晶プロジェクタ以外の直視型や反射型のカラー液晶テレビなどのカラー液晶装置に実施の形態における液晶装置を適用できる。

## 【0059】

## [電子機器]

上記の本発明の実施形態の液晶装置を用いた電子機器の一例として、投射型表示装置の構成について、図11を参照して説明する。図11において、投射型表示装置1100は、上述した実施形態の液晶装置を3個用意し、夫々RGB用の液晶装置962R、962Gおよび962Bとして用いた投射型液晶装置の光学系の概略構成図を示す。本例の投射型表示装置の光学系には、光源装置920と、均一照明光学系923が採用されている。そして、投射型表示装置は、この均一照明光学系923から出射される光束Wを赤(R)、緑(G)、青(B)に分離する色分離手段としての色分離光学系924と、各色光束R、G、Bを変調する変調手段としての3つのライトバルブ925R、925G、925Bと、変調された後の色光束を再合成する色合成手段としての色合成プリズム910と、合成された光束を投射面100の表面に拡大投射する投射手段としての投射レンズユニット906を備えている。また、青色光束Bを対応するライトバルブ925Bに導く導光系927をも備えている。

## 【0060】

均一照明光学系923は、2つのレンズ板921、922と反射ミラー931を備えており、反射ミラー931を挟んで2つのレンズ板921、922が直交する状態に配置されている。均一照明光学系923の2つのレンズ板921、922は、それぞれマトリクス状に配置された複数の矩形レンズを備えている。光

源装置 9 2 0 から出射された光束は、第 1 のレンズ板 9 2 1 の矩形レンズによって複数の部分光束に分割される。そして、これらの部分光束は、第 2 のレンズ板 9 2 2 の矩形レンズによって 3 つのライトバルブ 9 2 5 R、9 2 5 G、9 2 5 B 付近で重畳される。したがって、均一照明光学系 9 2 3 を用いることにより、光源装置 9 2 0 が出射光束の断面内で不均一な照度分布を有している場合でも、3 つのライトバルブ 9 2 5 R、9 2 5 G、9 2 5 B を均一な照明光で照明することが可能となる。

【 0 0 6 1 】

各色分離光学系 9 2 4 は、青緑反射ダイクロイックミラー 9 4 1 と、緑反射ダイクロイックミラー 9 4 2 と、反射ミラー 9 4 3 から構成される。まず、青緑反射ダイクロイックミラー 9 4 1 において、光束 W に含まれている青色光束 B および緑色光束 G が直角に反射され、緑反射ダイクロイックミラー 9 4 2 の側に向かう。赤色光束 R はこのミラー 9 4 1 を通過して、後方の反射ミラー 9 4 3 で直角に反射されて、赤色光束 R の出射部 9 4 4 から色合成プリズム 9 1 0 の側に出射される。

【 0 0 6 2 】

次に、緑反射ダイクロイックミラー 9 4 2 において、青緑反射ダイクロイックミラー 9 4 1 において反射された青色、緑色光束 B、G のうち、緑色光束 G のみが直角に反射されて、緑色光束 G の出射部 9 4 5 から色合成光学系の側に出射される。緑反射ダイクロイックミラー 9 4 2 を通過した青色光束 B は、青色光束 B の出射部 9 4 6 から導光系 9 2 7 の側に出射される。本例では、均一照明光学素子の光束 W の出射部から、色分離光学系 9 2 4 における各色光束の出射部 9 4 4、9 4 5、9 4 6 までの距離がほぼ等しくなるように設定されている。

【 0 0 6 3 】

色分離光学系 9 2 4 の赤色、緑色光束 R、G の出射部 9 4 4、9 4 5 の出射側には、それぞれ集光レンズ 9 5 1、9 5 2 が配置されている。したがって、各出射部から出射した赤色、緑色光束 R、G は、これらの集光レンズ 9 5 1、9 5 2 に入射して平行化される。

【 0 0 6 4 】

このように平行化された赤色、緑色光束 R、G は、ライトバルブ 9 2 5 R、9 2 5 G に入射して変調され、各色光に対応した画像情報が付加される。すなわち、これらの液晶装置は、図示しない駆動手段によって画像情報に応じてスイッチング制御されて、これにより、ここを通過する各色光の変調が行われる。一方、青色光束 B は、導光系 9 2 7 を介して対応するライトバルブ 9 2 5 B に導かれ、ここにおいて、同様に画像情報に応じて変調が施される。なお、本例のライトバルブ 9 2 5 R、9 2 5 G、9 2 5 B は、それぞれさらに入射側偏光手段 9 6 0 R、9 6 0 G、9 6 0 B と、出射側偏光手段 9 6 1 R、9 6 1 G、9 6 1 B と、これらの間に配置された液晶装置 9 6 2 R、9 6 2 G、9 6 2 B とからなる液晶ライトバルブである。

## 【 0 0 6 5 】

導光系 9 2 7 は、青色光束 B の出射部 9 4 6 の出射側に配置した集光レンズ 9 5 4 と、入射側反射ミラー 9 7 1 と、出射側反射ミラー 9 7 2 と、これらの反射ミラーの間に配置した中間レンズ 9 7 3 と、ライトバルブ 9 2 5 B の手前側に配置した集光レンズ 9 5 3 とから構成されている。集光レンズ 9 5 4 から出射された青色光束 B は、導光系 9 2 7 を介して液晶装置 9 6 2 B に導かれて変調される。各色光束の光路長、すなわち、光束 W の出射部から各液晶装置 9 6 2 R、9 6 2 G、9 6 2 B までの距離は青色光束 B が最も長くなり、したがって、青色光束の光量損失が最も多くなる。しかし、導光系 9 2 7 を介在させることにより、光量損失を抑制することができる。

## 【 0 0 6 6 】

各ライトバルブ 9 2 5 R、9 2 5 G、9 2 5 B を通って変調された各色光束 R、G、B は、色合成プリズム 9 1 0 に入射され、ここで合成される。そして、この色合成プリズム 9 1 0 によって合成された光が投射レンズユニット 9 0 6 を介して所定の位置にある投射面 1 0 0 の表面に拡大投射されるようになっている。

## 【 0 0 6 7 】

本例において、液晶装置 9 6 2 R、9 6 2 G、9 6 2 B は、図 1 ～ 図 1 0 を用いて説明した上記実施の形態の液晶装置である。上記実施の形態の液晶装置を用いたことにより表示不良やコントラスト比の低下がなく、表示品位の高い投射型

表示装置を実現することができる。

【0068】

【実施例】

本発明者らは、本発明の液晶装置において液晶装置のセルギャップ $d$ と液晶層のらせんピッチ $P$ との比 $d/P$ と配向不良の抑制効果との関係を実証する実験を行った。以下、この実験結果について説明する。

【0069】

【実施例1】

上記の第1の実施の形態の液晶装置、すなわち2層の無機斜方蒸着膜からなる配向膜を備えた液晶装置を実際に作製した。セルギャップ $d$ を $3\mu\text{m}$ 、液晶層のツイスト角 $\phi$ を $90^\circ$ とし、蒸着条件を制御することによりプレティルト角 $\theta$ を種々の値に変化させた。また、液晶材料に添加するカイラル剤の量を調整することにより液晶のらせんピッチ $P$ を $P=30, 15, 10, 7.5(\mu\text{m})$ と変化させた。プレティルト角 $\theta$ を $\theta=8^\circ$ とした場合の配向不良の有無を実際の投射型表示装置に適用した際の表示状態で目視で確認した。その結果を表1に示す。

【0070】

【表1】

$P(\mu\text{m})$	$d/P(-)$	表示状態
30	0.1	A
15	0.2	O
10	0.3	O
7.5	0.4	B

【0071】

表1において、表示状態の欄の「A」は画素内にツイスト角が $90^\circ$ 以下の領域が発生したものを示し、「O」は正常な配向を示し、「B」は $270^\circ$ のオーバーツイスト領域が発生したものを示している。

## 【 0 0 7 2 】

上では代表的な結果としてプレティルト角  $\theta$  を  $8^\circ$  とした場合の実験結果を例示したが、2層の無機斜方蒸着膜からなる配向膜を形成した場合、プレティルト角  $\theta$  の値の違いはあっても表 1 とほぼ同様の結果が表れた。すなわち、表 1 から判るように、平均プレティルト角  $\theta$  が  $5^\circ \sim 20^\circ$  の範囲内において、液晶装置のセルギャップ  $d$  と液晶層のらせんピッチ  $P$  との比  $d/P$  を、 $0.15 < d/P < 0.35$  の値、より好ましくは  $0.2 < d/P < 0.3$  の値に設定すれば、配向不良が抑制できることがわかった。また、以上はツイスト角  $\phi$  が  $90^\circ$  の場合の例であるが、セルギャップ  $d$  とらせんピッチ  $P$  との比  $d/P$  のこの傾向は液晶層のツイスト角  $\phi$  と比例関係にあることが判った。よって、液晶層のツイスト角  $\phi$  を用いて一般的に表すと、 $(0.6/360) \phi < d/P < (1.4/360) \phi$  の値に設定すれば、配向不良が抑制できることがわかった。

## 【 0 0 7 3 】

## 【実施例 2】

上記の第 2 の実施の形態の液晶装置、すなわち単層の無機斜方蒸着膜からなる配向膜を備えた液晶装置を実際に作製した。セルギャップ  $d$  を  $3 \mu\text{m}$ 、液晶層のツイスト角  $\phi$  を  $90^\circ$  とし、蒸着条件を制御することによりプレティルト角  $\theta$  を種々の値に変化させた。また、液晶材料に添加するカイラル剤の量を調整することにより液晶のらせんピッチ  $P$  を  $P = 20, 12, 8.6, 6.7 (\mu\text{m})$  と変化させた。プレティルト角  $\theta$  を  $\theta = 27^\circ$  とした場合の配向不良の有無を実際の投射型表示装置に適用した際の表示状態で目視で確認した。その結果を表 2 に示す。

## 【 0 0 7 4 】

【表 2】

P (μm)	d/P (-)	表示状態
20	0.15	C
12	0.25	O
8.6	0.35	O
6.7	0.45	B

## 【0075】

表 2 において、表示状態の欄の「A」は画素内にツイスト角が  $90^\circ$  以下の領域が発生したものを示し、「O」は正常な配向を示し、「C」はリバースツイストドメインが発生したものを示し、「B」は  $270^\circ$  のオーバーツイスト領域が発生したものを示している。

## 【0076】

上では代表的な結果としてプレティルト角  $\theta$  が  $27^\circ$  である場合の実験結果を例示したが、単層の無機斜方蒸着膜からなる配向膜を形成した場合、プレティルト角  $\theta$  の値の違いはあっても表 2 とほぼ同様の結果が表れた。すなわち、表 1 から判るように、平均プレティルト角  $\theta$  が  $20^\circ$  以上の値において、液晶装置のセルギャップ  $d$  と液晶層のらせんピッチ  $P$  との比  $d/P$  を、 $0.20 < d/P < 0.40$  の値、より好ましくは  $0.25 < d/P < 0.35$  の値に設定すれば、配向不良が抑制できることがわかった。また、セルギャップ  $d$  とらせんピッチ  $P$  との比  $d/P$  のこの傾向は、液晶層のツイスト角  $\phi$  と比例関係にあることが判った。よって、液晶層のツイスト角  $\phi$  を用いて表すと、 $(0.8/360)\phi < d/P < (1.6/360)\phi$  の値に設定すれば、配向不良が抑制できることがわかった。

## 【0077】

## 【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明の液晶装置によれば、液晶装置のセルギ

ャップ  $d$  と液晶層のらせんピッチ  $P$  との比  $d/P$  を最適化したことにより、無機配向膜を用いた従来の液晶装置で発生していたディスクリネーションを効果的に防止でき、これに起因する光漏れ等の表示不良がなく、コントラスト比に優れた液晶装置を実現することができる。また、ポリイミド等の有機膜から構成したものに比べて耐光性や耐熱性が優れ、液晶ライトバルブに好適な液晶装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態の液晶装置の画像表示領域を構成するマトリクス状の複数の画素に設けられた各種素子、配線等の等価回路を示す図である。

【図 2】 同、液晶装置の T F T アレイ基板の相隣接する複数の画素群を示す平面図である。

【図 3】 図 2 の A - A' 線断面図である。

【図 4】 図 2 の C - C' 線断面図である。

【図 5】 実施形態の液晶装置の第一の斜方蒸着膜が形成された部分およびその近傍部分の斜方蒸着方向 S A に沿った断面構造を模式的に示す図である。

【図 6】 実施形態の液晶装置の段差部の近傍領域の第二の斜方蒸着膜が形成された部分及びその近傍部分の斜方蒸着方向 S B に沿った断面構造を模式的に示す図である。

【図 7】 T F T アレイ基板側の斜方蒸着方向を示す図である。

【図 8】 対向基板側の斜方蒸着方向を示す図である。

【図 9】 各実施形態の液晶装置の T F T アレイ基板をその上に形成された各構成要素とともに対向基板の側から見た平面図である。

【図 1 0】 図 9 の H - H' 断面図である。

【図 1 1】 液晶装置を用いた電子機器の一例である投射型表示装置の概略構成図である。

【符号の説明】

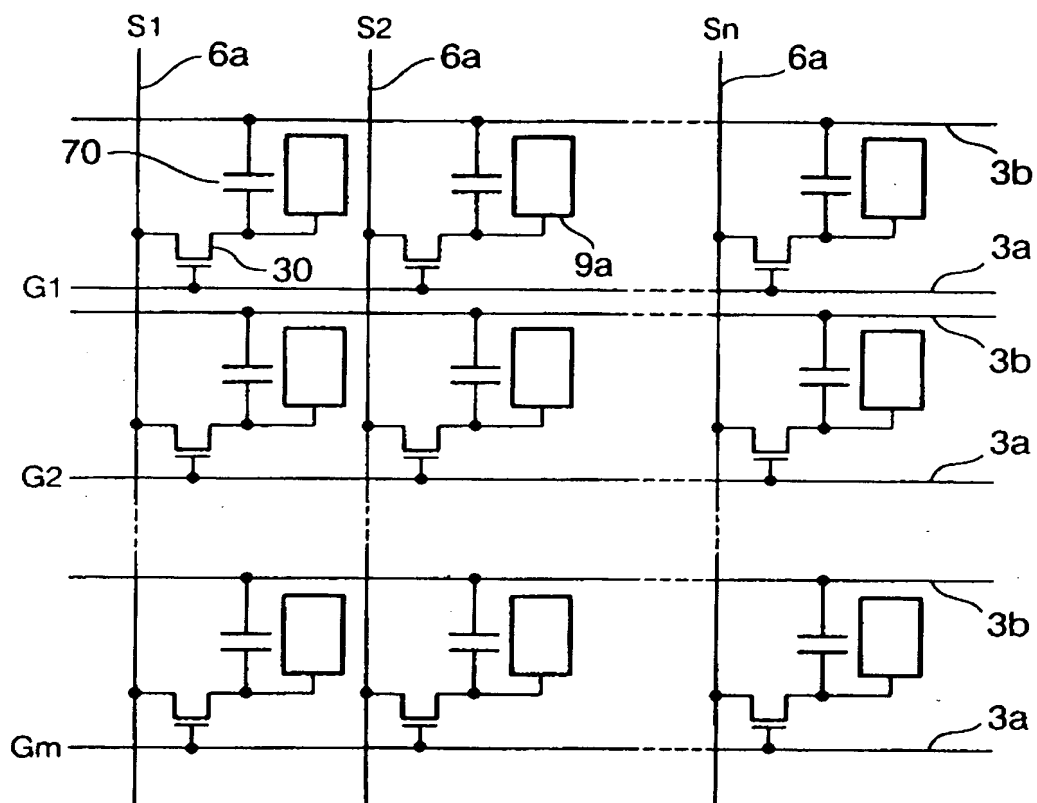
3 a 走査線

6 a データ線

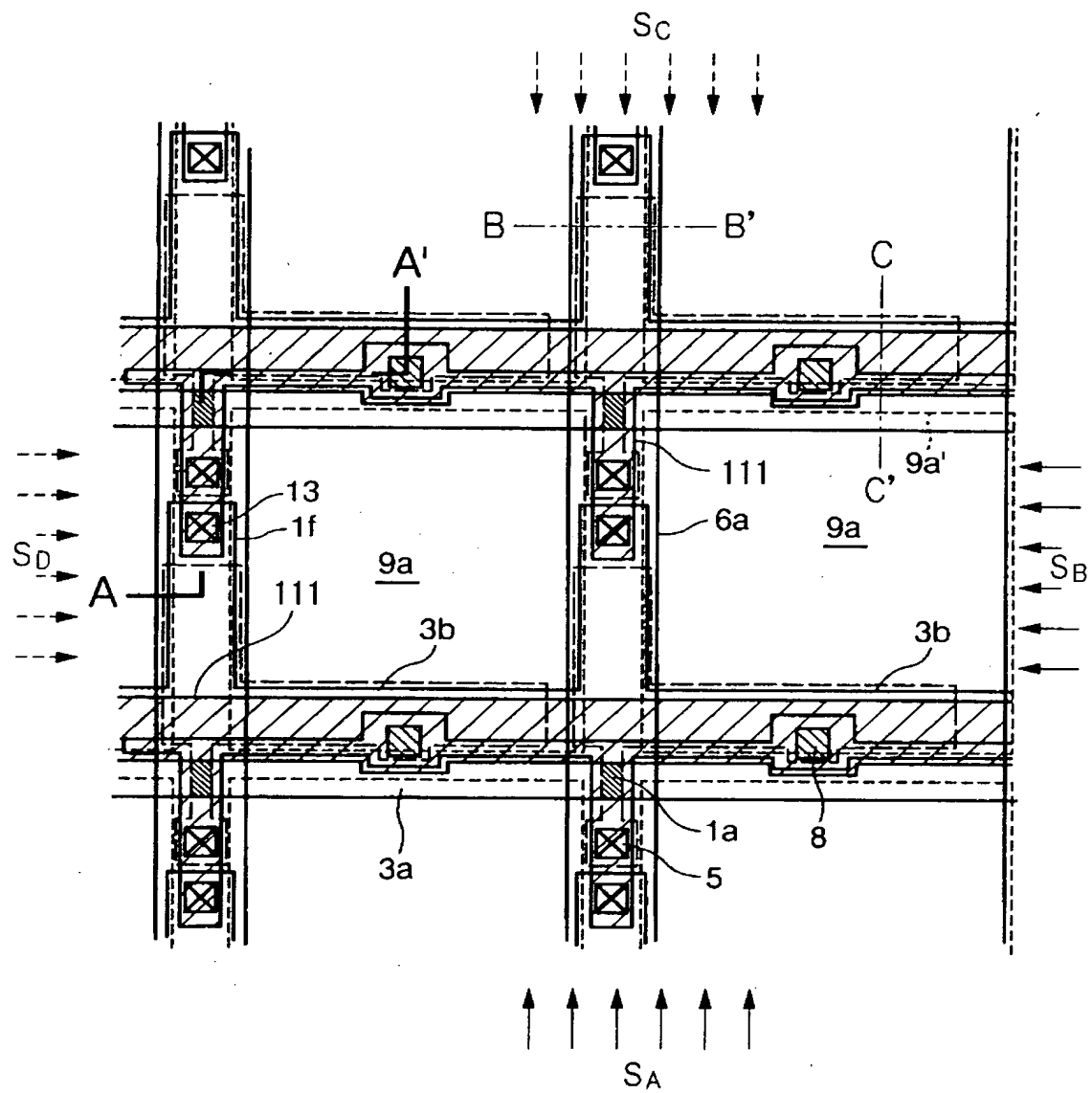
- 9 a 画素電極
- 10 TFTアレイ基板
- 20 対向基板
- 30 画素スイッチング用TFT
- 36, 42 無機配向膜
- 36 a 第一の無機斜方蒸着膜
- 36 b 第二の無機斜方蒸着膜
- 50 a 液晶分子
- 50 液晶層
- 80 段差部
- SA 斜方蒸着方向
- SB 斜方蒸着方向
- $\theta 1$  蒸着角度
- $\theta 2$  蒸着角度
- $\phi$  ツイスト角
- $\theta p$  プレティルト角

【書類名】 図面

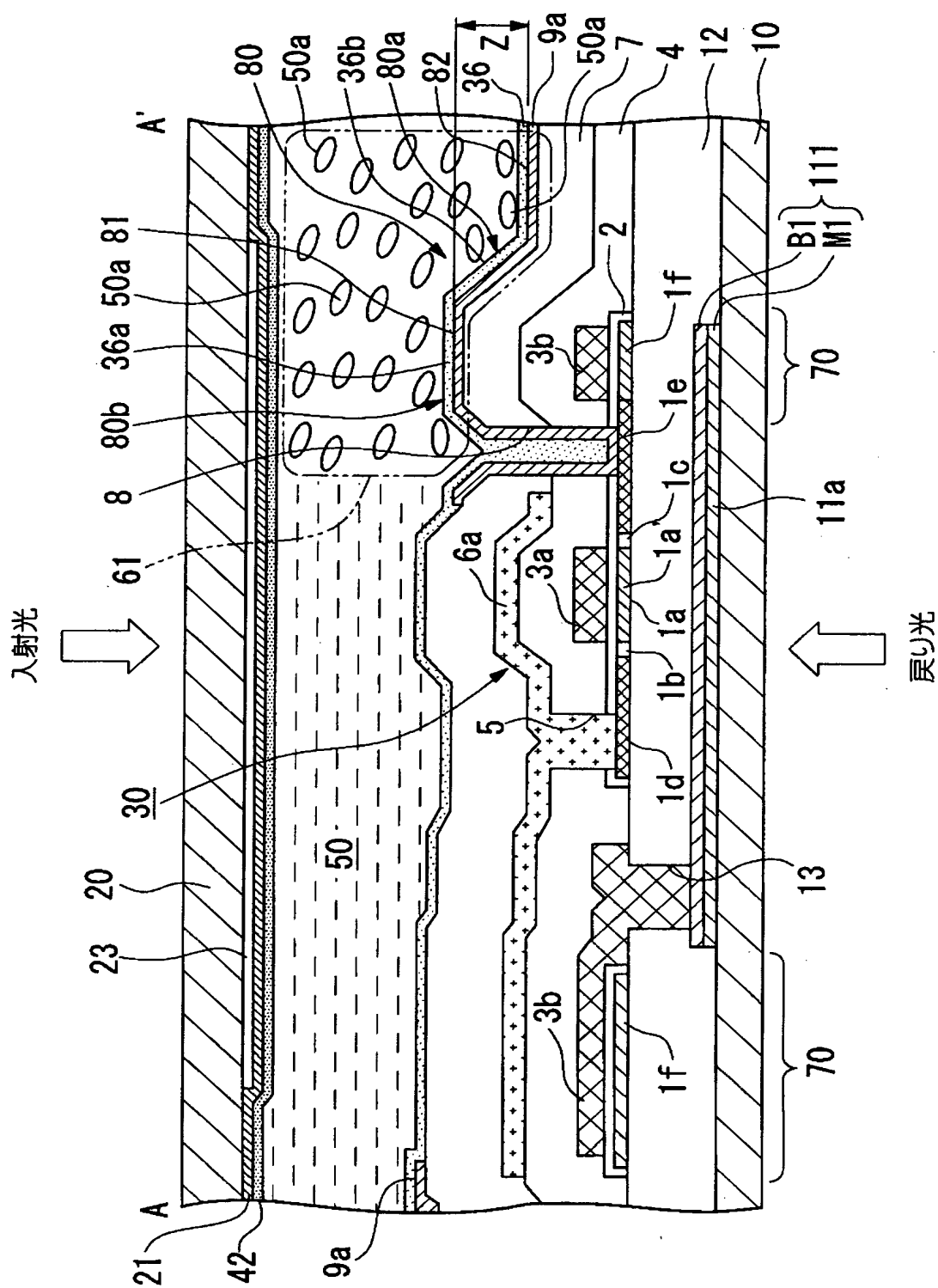
【図 1】



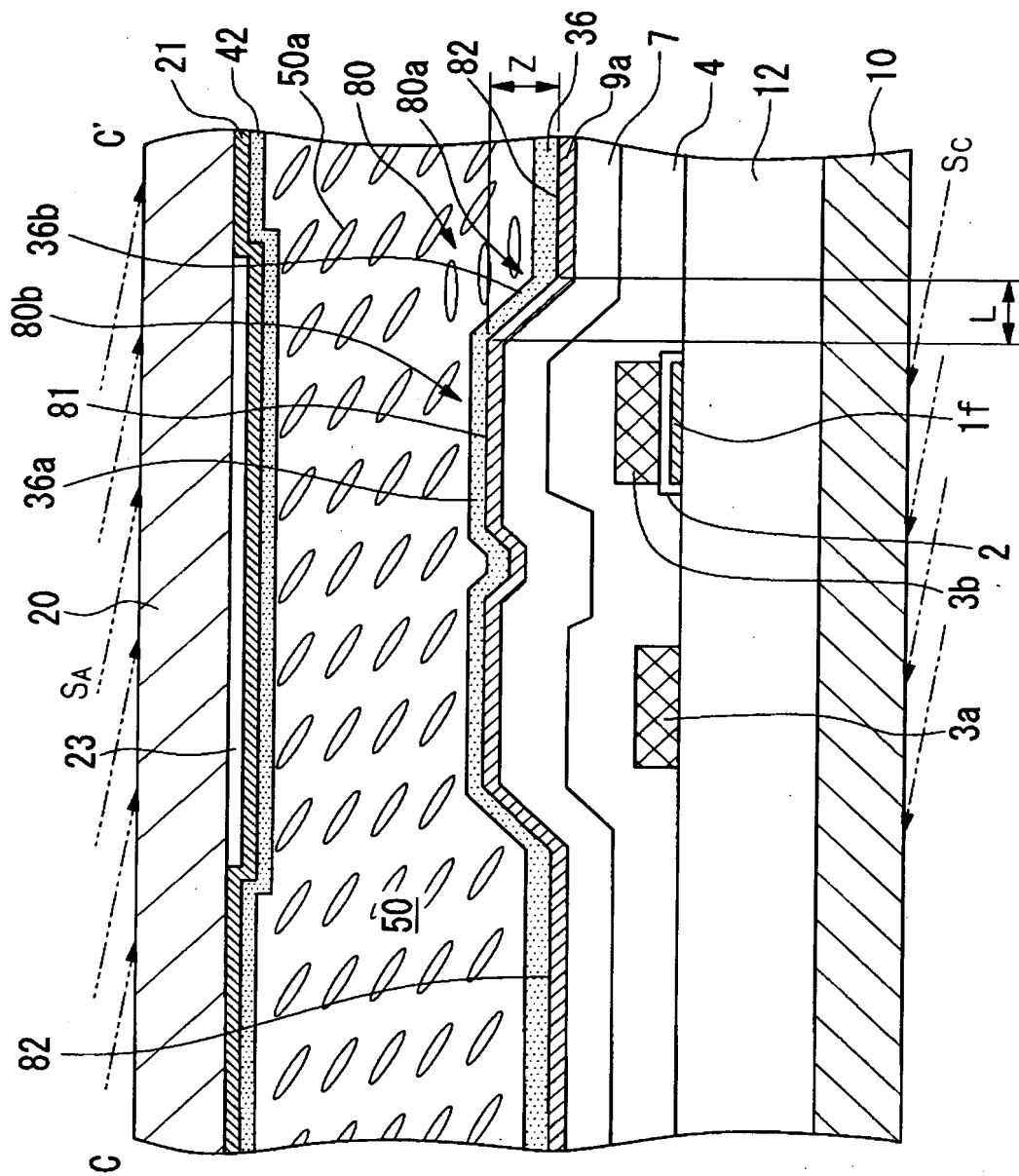
【図 2】



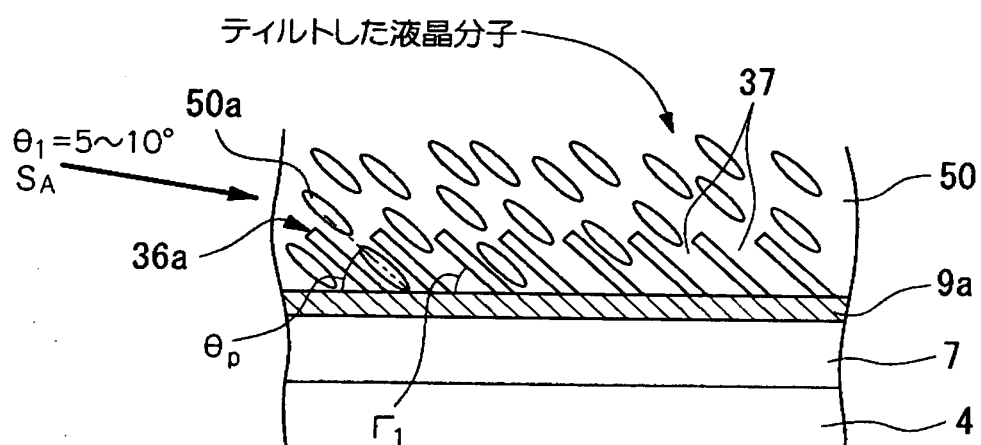
【図 3】



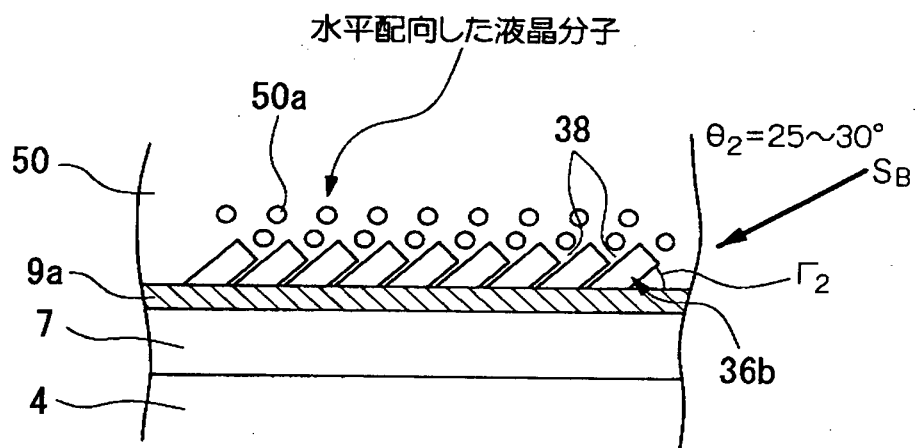
【図 4】



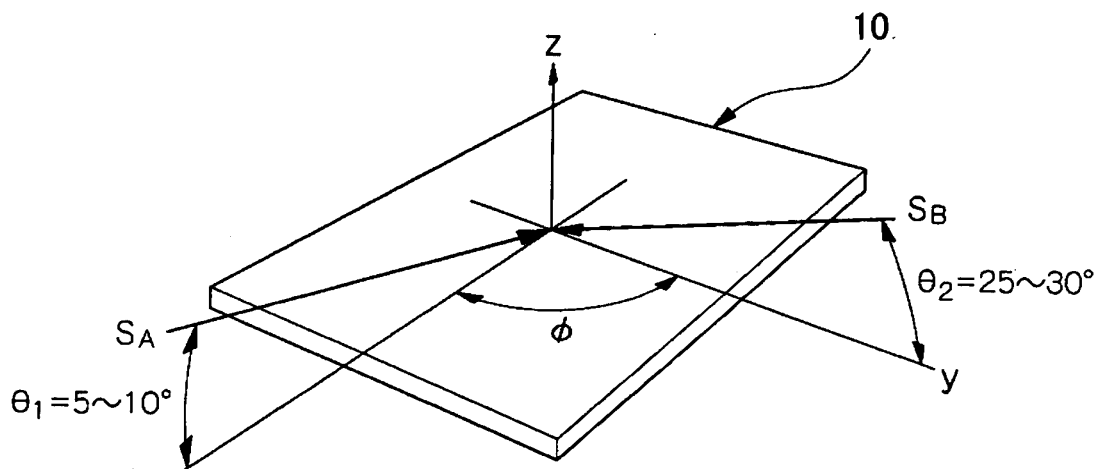
【図 5】



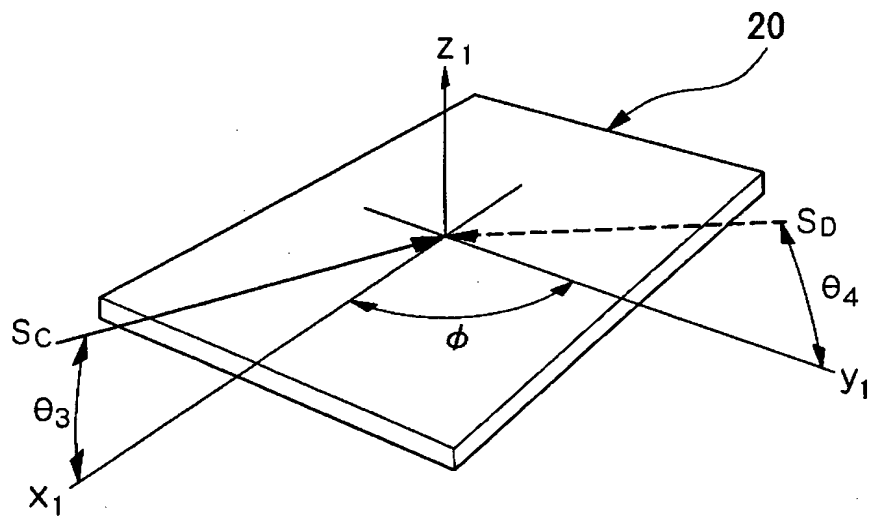
【图 6】



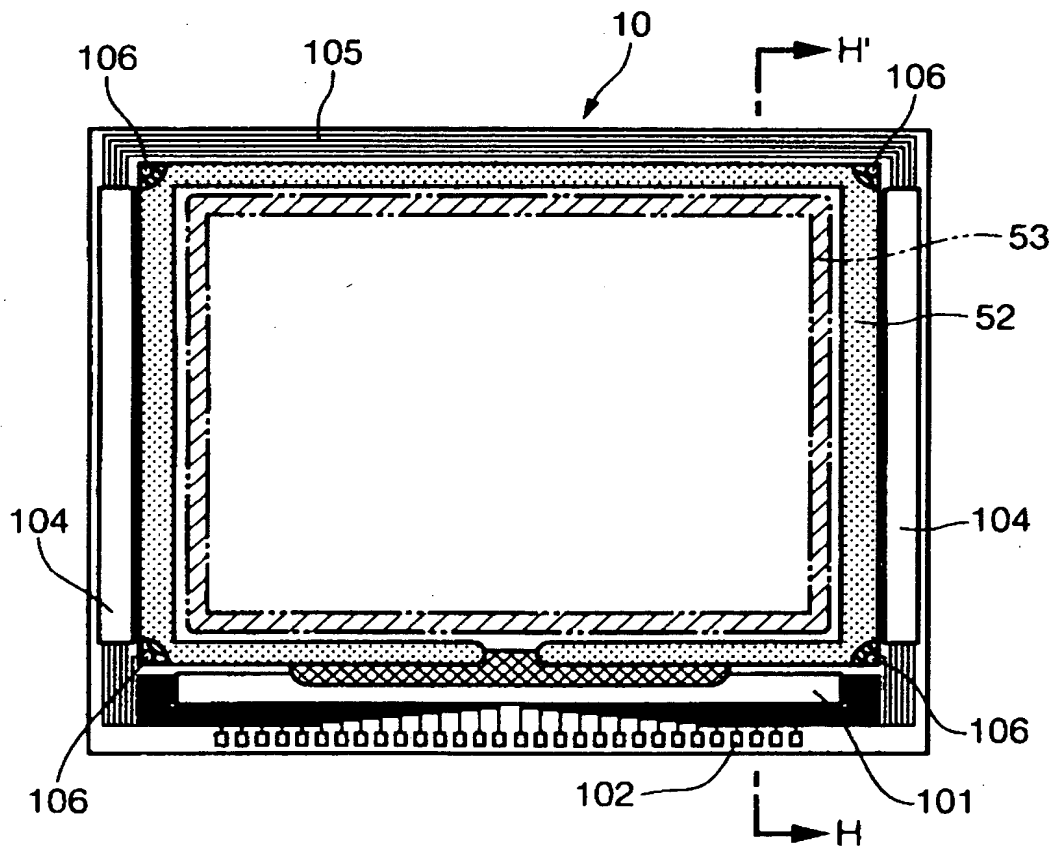
【図 7】



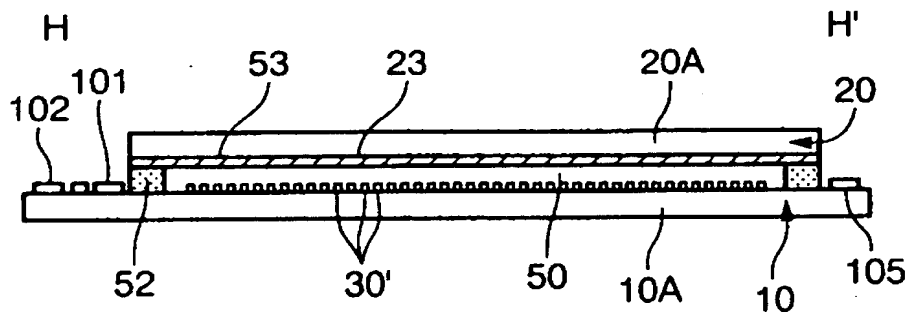
【図 8】



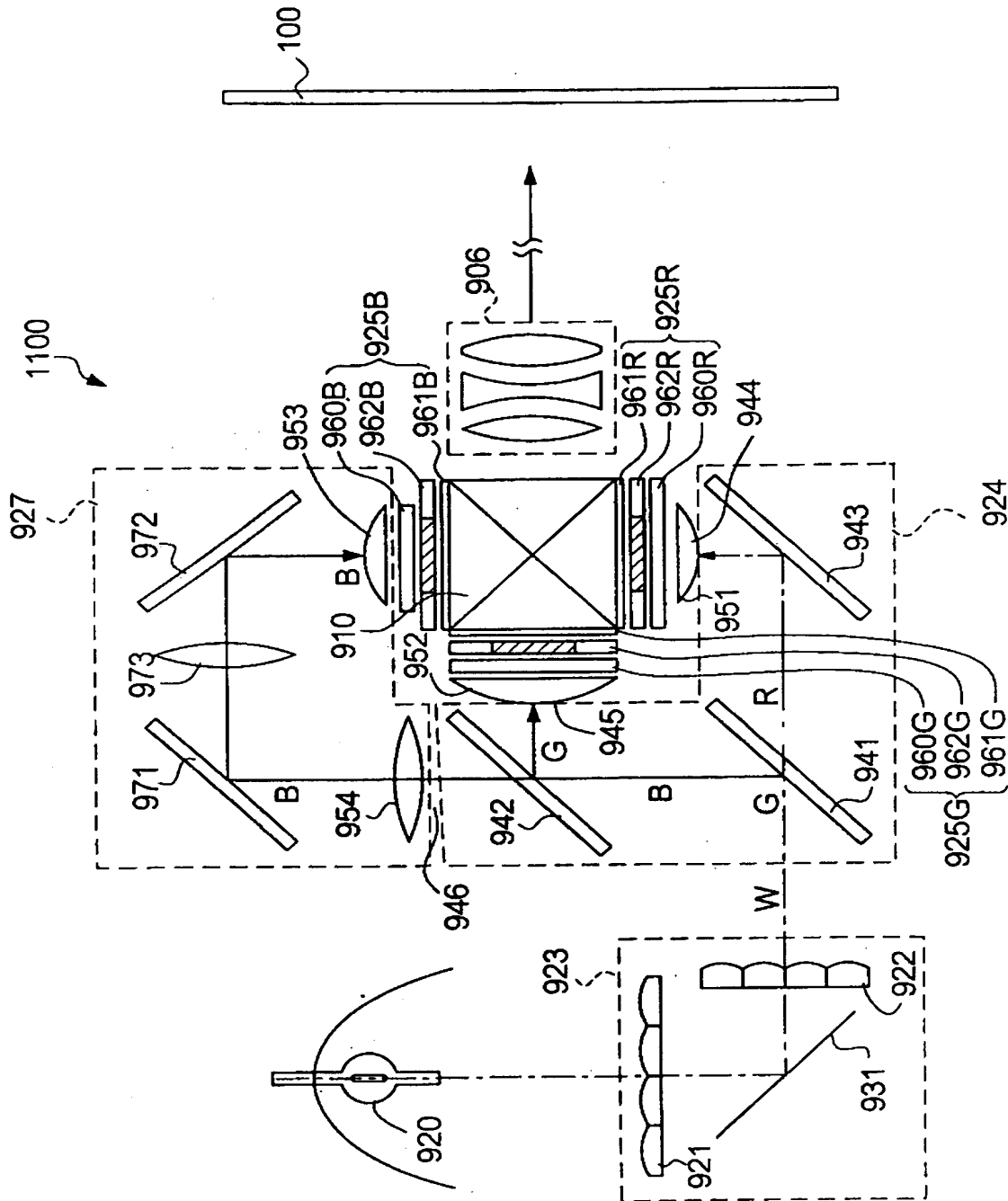
【図 9】



【図 1 0】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 無機配向膜を用いた液晶装置における液晶の配向不良を低減し、表示不良の発生やコントラスト比の低下を防止し得る液晶装置を提供する。

【解決手段】 本発明の液晶装置は、一対の基板の双方に無機配向膜を有しており、液晶層のツイスト角を $\phi$ 、セルギャップを $d$ 、液晶分子のらせんピッチを $P$ としたときに、液晶層の液晶分子の平均プレティルト角 $\theta$ が $5^{\circ} \leq \theta \leq 20^{\circ}$ の範囲内にある場合には、

$(0.6/360) \phi < d/P < (1.4/360) \phi$  の関係を、  
液晶層の液晶分子の平均プレティルト角 $\theta$ が $\theta > 20^{\circ}$ の範囲内にある場合には  
 $(0.8/360) \phi < d/P < (1.6/360) \phi$  の関係を満たすことを  
特徴とする。

【選択図】 図3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2001-090529
受付番号	50100439766
書類名	特許願
担当官	秋葉 義信 6986
作成日	平成 13 年 6 月 4 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】 100089037

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 ORビ  
ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 渡邊 隆

【代理人】

【識別番号】 100064908

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 ORビ  
ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100110364

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 ORビ  
ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 実広 信哉

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
氏 名 セイコーエプソン株式会社